

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP04/52519

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 28 OCT 2004

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 56 826.3

Anmeldetag:

05. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber:

Leica Microsystems Heidelberg GmbH,
68165 Mannheim/DE

Bezeichnung:

Rastermikroskop

IPC:

G 02 B, G 02 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Dzierzon

Rastermikroskop

- 5 Die Erfindung betrifft ein Rastermikroskop mit mindestens einer Lichtquelle, die ein Beleuchtungslichtstrahlenbündel erzeugt, mit einem akustooptischen Bauteil zur Einstellung der Lichtleistung des Beleuchtungslichtstrahlenbündels und mit einer Strahlablenkeinrichtung zum Führen des Beleuchtungslichtstrahlenbündels über bzw. durch eine Probe.
- 10 In der Scanmikroskopie wird eine Probe mit einem Lichtstrahl beleuchtet, um das von der Probe emittierte Reflexions- oder Fluoreszenzlicht zu beobachten. Der Fokus eines Beleuchtungslichtstrahles wird mit Hilfe einer steuerbaren Strahlablenkeinrichtung, im Allgemeinen durch Verkippen zweier Spiegel, in einer Objektebene bewegt, wobei die Ablenkachsen meist senkrecht
- 15 aufeinander stehen, so dass ein Spiegel in x-, der andere in y-Richtung ablenkt. Die Verkipfung der Spiegel wird beispielsweise mit Hilfe von Galvanometer-Stellelementen bewerkstelligt. Die Leistung des vom Objekt kommenden Lichtes wird in Abhängigkeit von der Position des Abtaststrahles gemessen. Üblicherweise werden die Stellelemente mit Sensoren zur
- 20 Ermittlung der aktuellen Spiegelstellung ausgerüstet.

Speziell in der konfokalen Scanmikroskopie wird ein Objekt mit dem Fokus eines Lichtstrahles in drei Dimensionen abgetastet. Ein konfokales Scanmikroskop umfasst im Allgemeinen eine Lichtquelle, eine Fokussieroptik, mit der das Licht der Quelle auf eine Lochblende – die sog. Anregungsblende

25 - fokussiert wird, einen Strahlteiler, eine Strahlablenkeinrichtung zur

Strahlsteuerung, eine Mikroskopoptik, eine Detektionsblende und die Detektoren zum Nachweis des Detektions- bzw. Fluoreszenzlichtes. Das Beleuchtungslicht wird beispielsweise über einen Strahlteiler eingekoppelt. Das vom Objekt kommende Fluoreszenz- oder Reflexionslicht gelangt über
5 die Strahlableitvorrichtung zurück zum Strahlteiler, passiert diesen, um anschließend auf die Detektionsblende fokussiert zu werden, hinter der sich die Detektoren befinden. Detektionslicht, das nicht direkt aus der Fokusregion stammt, nimmt einen anderen Lichtweg und passiert die Detektionsblende nicht, so dass man eine Punktinformation erhält, die durch sequentielles
10 Abtasten des Objekts zu einem dreidimensionalen Bild führt.

Anstelle des Strahlteilers kann zum Einkoppeln des Anregungslichts mindestens einer Lichtquelle in das Mikroskop und zum Ausblenden des am Objekt gestreuten und reflektierten Anregungslichts bzw. der Anregungswellenlänge aus dem über den Detektionsstrahlengang vom Objekt
15 kommenden Lichts auch eine als akustooptisches Bauteil ausgestaltete optische Anordnung vorgesehen sein, wie beispielsweise aus der Deutschen Offenlegungsschrift DE 199 06 757 A1 bekannt ist.

Meist wird ein dreidimensionales Bild durch schichtweise Bilddatennahme erzielt, wobei die Bahn des Abtastlichtstrahles auf bzw. in dem Objekt idealer
20 Weise einen Mäander beschreibt. (Abtasten einer Zeile in x-Richtung bei konstanter y-Position, anschließend x-Abtastung anhalten und per y-Verstellung auf die nächste abzutastende Zeile schwenken und dann, bei konstanter y-Position, diese Zeile in negative x-Richtung abtasten u.s.w.). Um eine schichtweise Bilddatennahme zu ermöglichen, wird der Probentisch oder
25 das Objektiv nach dem Abtasten einer Schicht verschoben und so die nächste abzutastende Schicht in die Fokusebene des Objektivs gebracht.

Bei einigen mikroskopischen Anwendungen ist es notwendig, die Probe während des Abrasterns oder zwischen zwei Abrastervorgängen manipulieren zu können. Eine Manipulation kann beispielsweise das Freisetzen gebundener
30 Farbstoffe, einen Bleichvorgang, einen Schneidvorgang oder die Anwendung einer optischen Pinzette beinhalten.

Aus US 6,094,300 ist ein Laser-Scanning-Mikroskop mit einer ersten Lichtquelle, deren Licht von einem ersten Scanner über eine Probe geführt wird, und mit einer zweiten Lichtquelle, deren Licht als Manipulationslicht von einem zweiten Scanner über die Probe führbar ist, bekannt.

Auch DE 100 39 520 A1 offenbart ein Rastermikroskop mit zwei Strahlableitrichtungen, die jeweils das Licht unterschiedlicher Lichtquellen, unabhängig voneinander über bzw. durch eine Probe führen.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Rastermikroskop anzugeben, mit dem eine Probe sowohl beobachtbar als auch manipulierbar ist, wobei die Zahl der mindestens erforderlichen Lichtquellen reduziert ist und darüber hinaus eine schnelle Modulation der Manipulations- bzw. Beleuchtungslichtleistung ermöglicht ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Rastermikroskop gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das akustooptische Bauteil ein Teillichtstrahlenbündel aus dem Beleuchtungslichtstrahlenbündel räumlich abspaltet, und dass Strahlführungsmittel vorgesehen sind, die das Teillichtstrahlenbündel – vorzugsweise zur Manipulation – auf die Probe lenken.

Das erfindungsgemäße Rastermikroskop hat den Vorteil, dass mit dem Beleuchtungslichtstrahlenbündel und mit dem Teillichtstrahlenbündel unabhängig voneinander die Probe simultan oder sequenziell beobachtet und manipuliert werden kann. Hierbei ist es ermöglicht, die Lichtleistung im Beleuchtungslichtstrahlenbündel und im Teillichtstrahlenbündel präzise und schnell einzustellen.

Vorteilhafterweise kann als Teillichtstrahlenbündel das Licht verwendet werden, das ein die Lichtleistung regelndes akustooptisches Bauteil ohnehin in eine Strahlfalle lenken würde.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung beinhaltet das akustooptische Bauteil einen AOTF (acousto optical tunable filter).

Vorzugsweise ist eine weitere Strahlablenkeinrichtung zum Führen des Teillichtstrahlenbündels über bzw. durch die Probe vorgesehen. Die weitere Strahlablenkeinrichtung kann, wie in der Rastermikroskopie üblich, Galvanometerspiegel oder akustooptisch ablenkende Scanner oder
5 beispielsweise Mikrospiegel beinhalten.

Das Rastermikroskop beinhaltet ein Objektiv, das das Beleuchtungslichtstrahlenbündel auf die Probe fokussiert. Vorzugsweise fokussiert das Objektiv auch das Teillichtstrahlenbündel auf die Probe. Hierzu werden die Strahlengänge des Beleuchtungslichtstrahlenbündels bzw. des
10 Teillichtstrahlenbündels nach Passieren der Strahlablenkeinrichtung bzw. der weiteren Strahlablenkeinrichtung vor dem Objektiv zusammengeführt.

In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltungsform des Rastermikroskops ist ein weiteres Objektiv vorgesehen, das das Teillichtstrahlenbündel auf die Probe fokussiert. Bei dieser Variante kann die Probe beispielsweise von oben
15 durch das Objektiv beobachtet werden, während gleichzeitig von unten durch ein weiteres Objektiv bzw. durch den Kondensor eine Probenmanipulation erfolgen kann.

Vorzugsweise beinhalten die Strahlführungsmittel, die das Teillichtstrahlenbündel auf die Probe lenken, einen Lichtleiter.

20 In einer besonderen Variante spaltet das akustooptische Bauteil den Anteil aus dem Beleuchtungslichtstrahlenbündel als Teillichtstrahlenbündel ab, der eine bestimmte Polarisations-eigenschaft aufweist. Beispielsweise kann das von der Lichtquelle ausgehende Beleuchtungslichtstrahlenbündel linear polarisiert sein, wobei das akustooptische Bauteil beispielsweise den sagittal polarisierten Anteil als Teillichtstrahlenbündel abspaltet und den tangential polarisierten Anteil als Beleuchtungslichtstrahlenbündel passieren lässt. Durch
25 Drehung der Polarisations-ebene des von der Lichtquelle ausgehenden Beleuchtungslichtstrahlenbündels mit einem Polarisations-beeinflussungsmittel, das beispielsweise als $\lambda/2$ -Platte ausgebildet sein kann,
30 lässt sich das Verhältnis der Lichtleistungen von Teillichtstrahlenbündel und

von dem durch das akustooptische Bauteil getretenen Beleuchtungslichtstrahlenbündels einstellen.

Vorzugsweise sind Kompensationsmittel vorgesehen, die eine von dem akustooptischen Bauteil hervorgerufene räumliche spektrale Aufspaltung des
5 Teillichtstrahlenbündels und/oder des Beleuchtungslichtstrahlenbündels kompensieren. Diese Kompensationsmittel können beispielsweise als Prisma und/oder als Gitter und/oder als weiteres akustooptisches Bauteil ausgebildet sein. Die Kompensation einer räumlich spektralen Aufspaltung ist insbesondere dann wichtig, wenn das Teillichtstrahlenbündel und/oder das
10 Beleuchtungslichtstrahlenbündel zum weiteren Transport in eine Lichtleitfaser eingekoppelt werden sollen.

In einer ganz besonders bevorzugten Ausgestaltungsvariante lenkt das akustooptische Bauteil von der Probe ausgehendes Detektionslicht mittelbar oder unmittelbar zu einem Detektor bzw. einer Detektoranordnung. In diesem
15 Fall fungiert das akustooptische Bauteil zusätzlich als akustooptischer Beamsplitter, wie er beispielsweise in DE 199 06 757 A1 offenbart ist.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante ist das Rastermikroskop ein konfokales Rastermikroskop.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und
20 wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben, wobei gleiche oder gleich wirkende Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine erfindungsgemäßes Rastermikroskop,
Fig. 2 ein weiteres erfindungsgemäßes Rastermikroskop,
25 Fig. 3 ein anderes erfindungsgemäßes Rastermikroskop.
Fig. 4 eine Detailansicht des Strahlverlaufs im Bereich eines akustooptischen Bauteils und
Fig. 5 eine weitere Detailansicht des Strahlverlaufs im Bereich eines akustooptischen Bauteils.
30 Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Rastermikroskop mit einer ersten

Lichtquelle 1, die als Argon-Krypton-Laser ausgebildet ist und einer zweiten Lichtquelle 3, die als Helium-Neon-Laser ausgebildet ist. Das von der Lichtquelle 1 erzeugte erste Laserlicht 5 wird mit Hilfe eines dichroitischen Strahlteilers 7 mit dem von der zweiten Lichtquelle 3 emittierten zweiten Laserlicht 9 zu einem Beleuchtungslichtstrahlenbündel 11 vereinigt. Im Strahlengang des Beleuchtungslichtstrahlenbündels 11 befindet sich ein als AOTF 13 ausgebildetes akustooptisches Bauteil 15 zur Einstellung der Lichtleistung des Beleuchtungslichtstrahlenbündels. Das akustooptische Bauteil spaltet aus dem Beleuchtungslichtstrahlenbündel 11 ein Teillichtstrahlenbündel 16 ab, das über den Umlenkspiegel 17 zu einer weiteren Strahlableitenrichtung 19, die einen weiteren kardanisch aufgehängten Scanspiegel 21 beinhaltet, geführt wird. Von der weiteren Strahlableitenrichtung 19 gelangt das Teillichtstrahlenbündel 16 über einen weiteren Umlenkspiegel 23 zu einem dichroitischen Strahlumlenker 26, der das Teillichtstrahlenbündel 16 durch das Objektiv 25 zur Manipulation auf die Probe 27 lenkt. Der übrige Teil des Beleuchtungslichtstrahlenbündels wird mit einem Hauptstrahlteiler 29 zu einer Strahlableitenrichtung 31, die einen kardanisch aufgehängten Scanspiegel 33 beinhaltet, geführt. Die Strahlableitenrichtung 31 führt das Beleuchtungslichtstrahlenbündel 11 durch die nicht gezeigte Scanoptik und die ebenfalls nicht gezeigte Tubusoptik und das Objektiv 25 über die Probe 27. Das von der Probe ausgehende Detektionslicht 35 gelangt auf demselben Lichtweg, nämlich durch das Objektiv 25 durch die nicht gezeigte Scanoptik und die nicht gezeigte Tubusoptik hindurch zur Strahlableitenrichtung 31 zurück und trifft nach Passieren des Hauptstrahlteilers 29 und des Detektionsspinholes 37 auf die Detektionseinrichtung 39, die zur Leistung des Detektionslichts proportionale elektrische Signale erzeugt. Die erzeugten elektrischen Detektionssignale werden an eine Verarbeitungseinheit 41 weitergegeben, die auf dem Monitor 43 eines PCs 46 ein Abbild der Probe darstellt. Die Strahlableitenrichtung 31 und die weitere Strahlableitenrichtung 19 werden gemäß den Vorgaben des Benutzers von der Verarbeitungseinheit 41 gesteuert. Im Strahlengang des ersten Lasers ist eine $\lambda/2$ -Platte 45 vorgesehen, mit der die Polarisationslichtrichtung des vom ersten Laser emittierten Lichts 5 einstellbar

ist. Ebenso ist im Strahlengang des zweiten Lasers 3 eine zweite $\lambda/2$ -Platte 47 als Polarisationsbeeinflussungsmittel 49 vorgesehen, die zur Einstellung der Polarisationsrichtung des vom zweiten Laser emittierten Lichts 9 dient. Durch Drehen der $\lambda/2$ -Platten 45, 47 lässt sich das Verhältnis der Lichtleistungen des
5 Teillichtstrahlenbündels 16 zu dem des Beleuchtungslichtstrahlenbündels 11 bezüglich der jeweiligen von den Lasern emittierten Lichtwellenlängen Anteile einstellen.

Fig. 2 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Rastermikroskop, bei dem das akustooptische Bauteil 15 als AOTF 13 ausgebildet ist. Der AOTF 13 hat bei
10 diesem Rastermikroskop zusätzlich die Aufgabe, das von der Probe ausgehende Detektionslicht 35, der Detektoreinrichtung 39 zuzuführen. Gleichzeitig spaltet der AOTF 13 ein Teillichtstrahlenbündel 16 ab, das nach Durchlaufen eines als weiteren AOTF 51 ausgeführten Kompensationsmittel 53 mit Hilfe der Optik 55 in eine Lichtleitfaser 57 eingekoppelt wird. Das mit
15 Hilfe der weiteren Optik 59 aus der Lichtleitfaser 57 ausgekoppelte Teillichtstrahlenbündel 16 gelangt anschließend zu der weiteren Strahlableitvorrichtung 19 und wird analog wie bei dem in Fig. 1 gezeigten Rastermikroskop über bzw. durch die Probe geführt.

Fig. 3 zeigt eine weitere Variante eines erfindungsgemäßen Rastermikroskops, bei dem ein weiteres Objektiv 61 vorgesehen ist, um das
20 von der weiteren Strahlableitvorrichtung 19 gesteuerte Teillichtstrahlenbündel 16 von unten auf die Probe 27 zu lenken.

Fig. 4 zeigt eine Detailansicht der Wirkungsweise des akustooptischen Bauteils 15, das als AOTF 13 ausgeführt ist. Das von der ersten und der
25 zweiten Lichtquelle kommende Licht 5, 9 wird mit einem Strahlvereiniger 7 zu einem Beleuchtungslichtstrahlenbündel 11 vereinigt und von der durch den AOTF 13 laufenden akustischen Welle gebeugt und aufgespalten. Der AOTF 13 spaltet aus dem Beleuchtungslichtstrahlenbündel 11 ein Teillichtstrahlenbündel 16 ab, das über Strahlführungsmittel als
30 Manipulationslicht auf die Probe 27 gelenkt wird. Es handelt sich hierbei um die erste Beugungsordnung für sagittal polarisiertes Licht. In der ersten Ordnung für tangential polarisiertes Licht befindet sich der Teil des

Beleuchtungslichtstrahlenbündels 11, der zur Strahlablenkeinrichtung 31 geführt wird. Das übrige Licht, nämlich das, das akut nicht benötigt wird, befindet sich hauptsächlich in der nullten Beugungsordnung und wird in eine Strahlfalle 63 gelenkt. Prinzipiell wäre es jedoch auch möglich, dieses Licht zur Manipulation auf die Probe zu lenken. Mit Hilfe einer $\lambda/2$ -Platte 45 im Strahlengang des Lichtes 5 lässt sich die Orientierung der Linearpolarisation des Lichts 5 und damit das Verhältnis der Lichtleistungen des Teillichtstrahlenbündels 16 und des in die erste Ordnung gebeugten Beleuchtungslichtstrahlenbündels 11 einstellen.

Fig. 5 zeigt eine weitere Detailansicht, bei der der AOTF 13 ein Teillichtstrahlenbündel 16 abspaltet, das von einem Umlenkspiegel 65 zu einem Kompensationsmittel 53 gelenkt wird. Das Kompensationsmittel besteht aus einem weiteren AOTF 51, der so angeordnet ist, dass er die räumlich spektrale Aufspaltung, die durch den AOTF 13 verursacht wurde, rückgängig macht, so dass die verschiedenen spektralen Anteile des Teillichtstrahlenbündels 16 weitgehend coaxial verlaufen. Bei diesem Ausführungsbeispiel befindet sich das Teillichtstrahlenbündel 16 in der nullten Beugungsordnung, während das der Strahlablenkeinrichtung zuzuführende Beleuchtungslichtstrahlenbündel 11 in der ersten Beugungsordnung zu finden ist.

Die Erfindung wurde in Bezug auf eine besondere Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

	1	Lichtquelle
	3	Lichtquelle
5	5	erstes Laserlicht
	7	Strahlteilers
	9	zweites Laserlicht
	11	Beleuchtungslichtstrahlenbündel
	13	AOTF
10	15	akustooptisches Bauteil
	16	Teillichtstrahlenbündel
	17	Umlenkspiegel
	19	weitere Strahlablenkeinrichtung
	21	weiterer Scanspiegel
15	23	weiterer Umlenkspiegel
	25	Objektiv
	26	Strahlumlenker
	27	Probe
	29	Hauptstrahlteiler
20	31	Strahlablenkeinrichtung
	33	Scanspiegel
	35	Detektionslicht
	37	Detektionspinhole
	39	Detektionseinrichtung
25	41	Verarbeitungseinheit

	43	Monitor
	45	$\lambda/2$ -Platte
	46	PC
	47	$\lambda/2$ -Platte
5	49	Polarisationsbeeinflussungsmittel
	51	weiterer AOTF
	53	Kompensationsmittel
	55	Optik
	57	Lichtleitfaser
10	59	weitere Optik
	61	weiteres Objektiv
	63	Strahlfalle
	65	Umlenkspiegel

15

Patentansprüche

1. Rastermikroskop mit mindestens einer Lichtquelle, die ein Beleuchtungslichtstrahlenbündel erzeugt, mit einem akustooptischen Bauteil zur Einstellung der Lichtleistung des Beleuchtungslichtstrahlenbündels und mit
5 einer Strahlableitenrichtung zum Führen des Beleuchtungslichtstrahlenbündels über bzw. durch eine Probe, dadurch gekennzeichnet, dass das akustooptische Bauteil ein Teillichtstrahlenbündel aus dem Beleuchtungslichtstrahlenbündel räumlich abspaltet, und dass Strahlführungsmittel vorgesehen sind, die das Teillichtstrahlenbündel –
10 vorzugsweise zur Manipulation – auf die Probe lenken.
2. Rastermikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das akustooptische Bauteil einen AOTF (acousto optical tunable filter) beinhaltet.
3. Rastermikroskop nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch
15 gekennzeichnet, dass eine weitere Strahlableitenrichtung zum Führen des Teillichtstrahlenbündels über bzw. durch eine Probe vorgesehen ist.
4. Rastermikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Objektiv vorgesehen ist, das das Beleuchtungslichtstrahlenbündel auf die Probe fokussiert.
- 20 5. Rastermikroskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Objektiv das Teillichtstrahlenbündel auf die Probe fokussiert.
6. Rastermikroskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiteres Objektiv vorgesehen ist, das das Teillichtstrahlenbündel auf die Probe fokussiert.
- 25 7. Rastermikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlführungsmittel einen Lichtleiter beinhalten.
8. Rastermikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das akustooptische Bauteil den Anteil aus dem

Beleuchtungslichtstrahlenbündel als Teillichtstrahlenbündel abspaltet, der eine bestimmte Polarisations-eigenschaft aufweist.

5 9. Rastermikroskop nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der mindestens einen Lichtquelle und dem akustooptischen Bauteil ein Polarisationsbeeinflussungsmittel angeordnet ist.

10. Rastermikroskop nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass Polarisationsbeeinflussungsmittel eine $\lambda/2$ -Platte beinhaltet.

10 11. Rastermikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Kompensationsmittel vorgesehen sind, die eine von dem akustooptischen Bauteil hervorgerufene räumliche spektrale Aufspaltung des Teillichtstrahlenbündels und/oder des Beleuchtungslichtstrahlenbündels kompensieren.

15 12. Rastermikroskop nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationsmittel ein Prisma und/oder ein Gitter und/oder ein weiteres akustooptisches Bauteil beinhalten.

13. Rastermikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das akustooptische Bauteil von der Probe ausgehendes Detektionslicht zu einem Detektor lenkt.

20 14. Rastermikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Rastermikroskop ein konfokales Rastermikroskop ist.

Zusammenfassung

Ein Rastermikroskop mit mindestens einer Lichtquelle, die ein Beleuchtungslichtstrahlenbündel erzeugt, mit einem akustooptischen Bauteil zur Einstellung der Lichtleistung des Beleuchtungslichtstrahlenbündels und mit
5 einer Strahlablenkeinrichtung zum Führen des Beleuchtungslichtstrahlenbündels über bzw. durch eine Probe ist derart ausgestaltet, dass das akustooptische Bauteil ein Teillichtstrahlenbündel aus dem Beleuchtungslichtstrahlenbündel räumlich abspaltet. Es sind
10 Strahlführungsmittel vorgesehen, die das Teillichtstrahlenbündel – vorzugsweise zur Manipulation – auf die Probe lenken.

Fig. 1

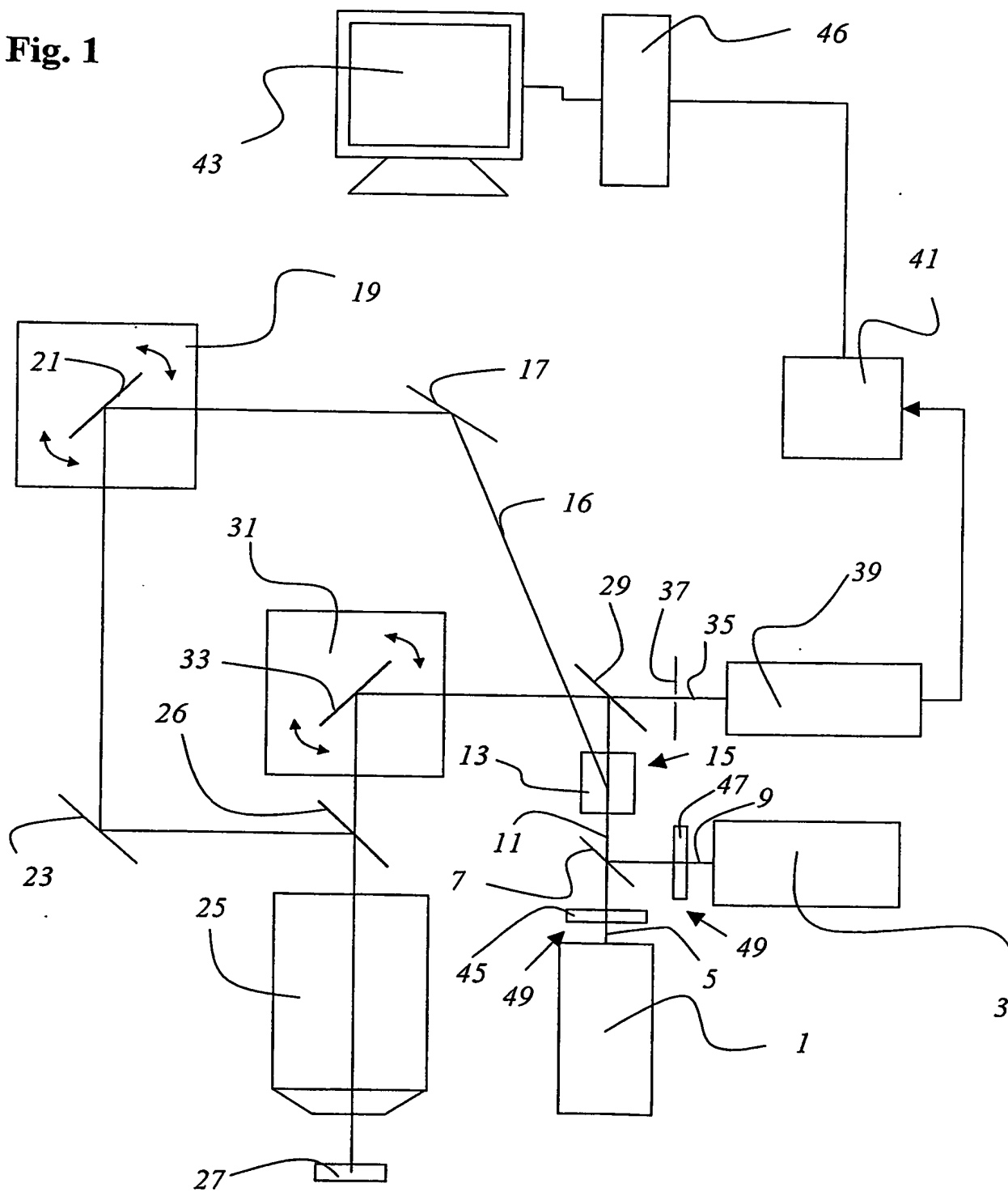


Fig. 2

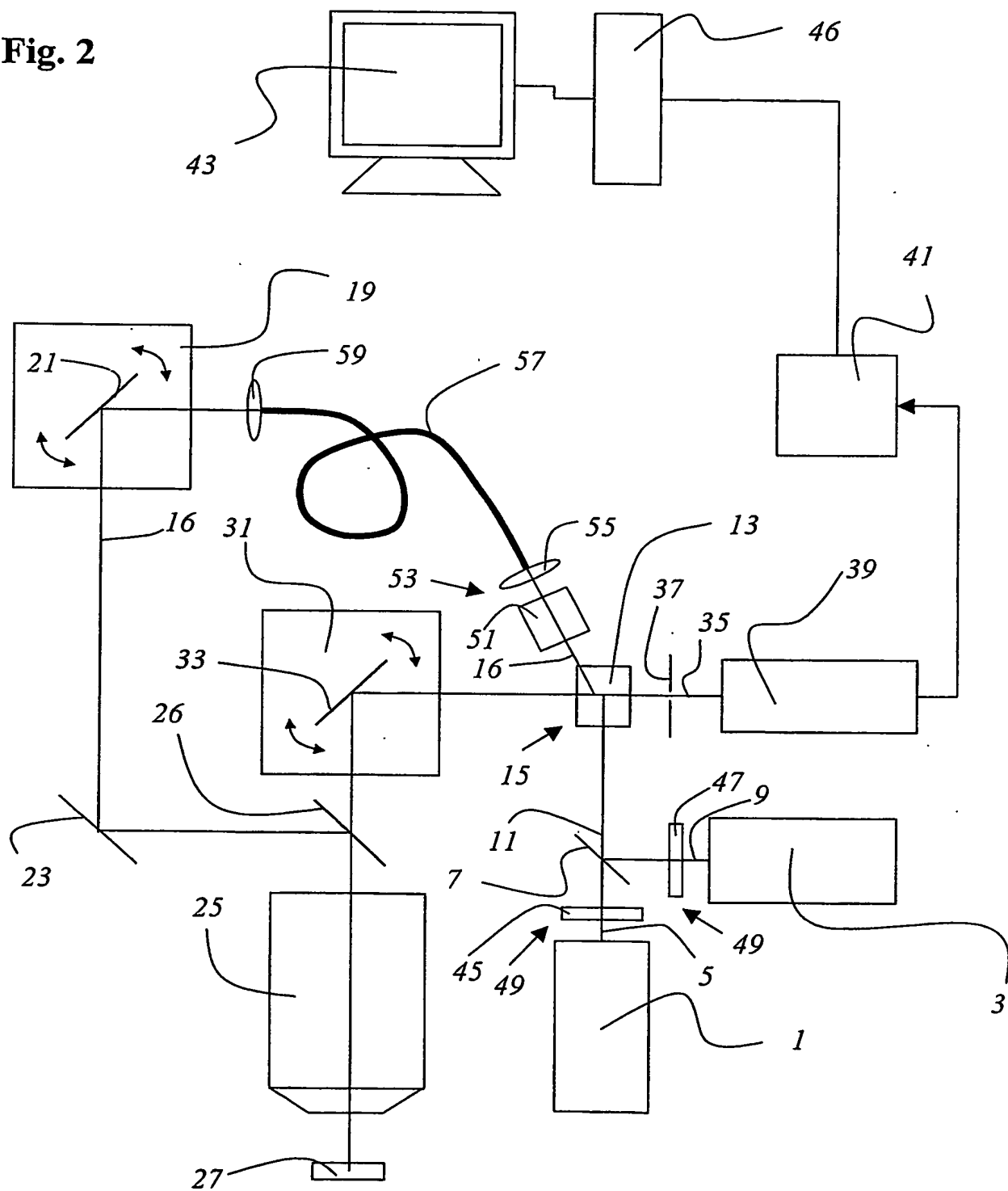
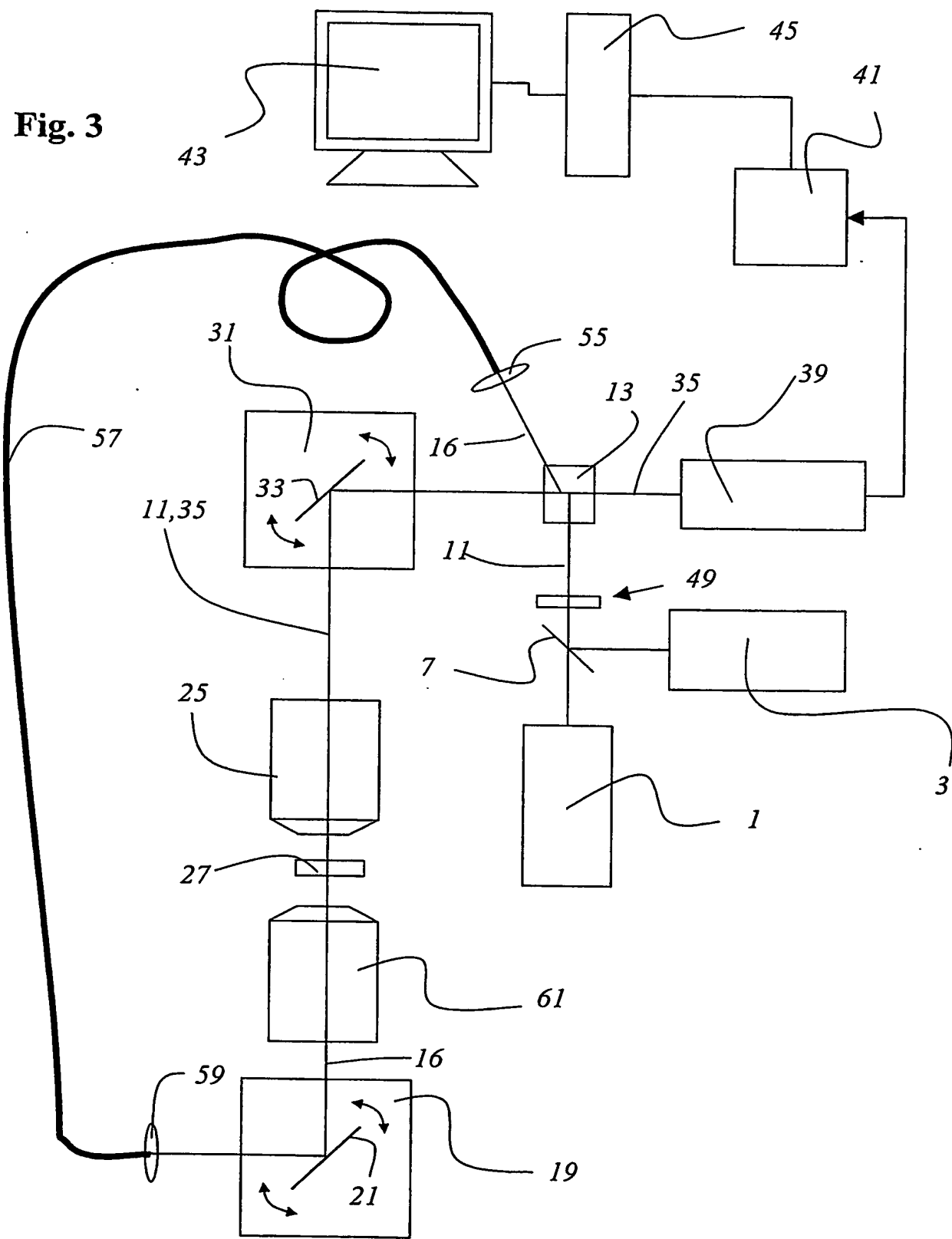
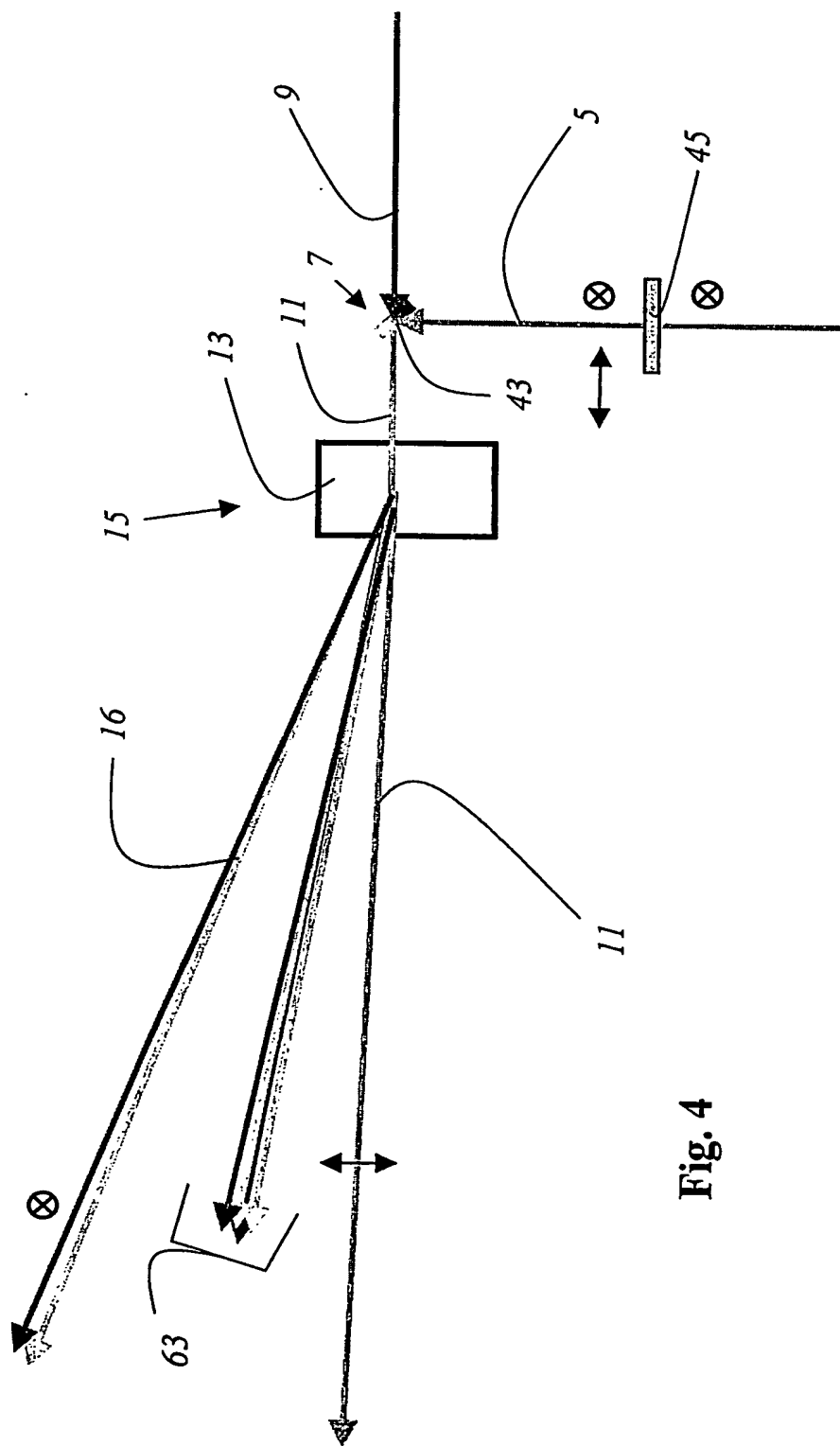


Fig. 3





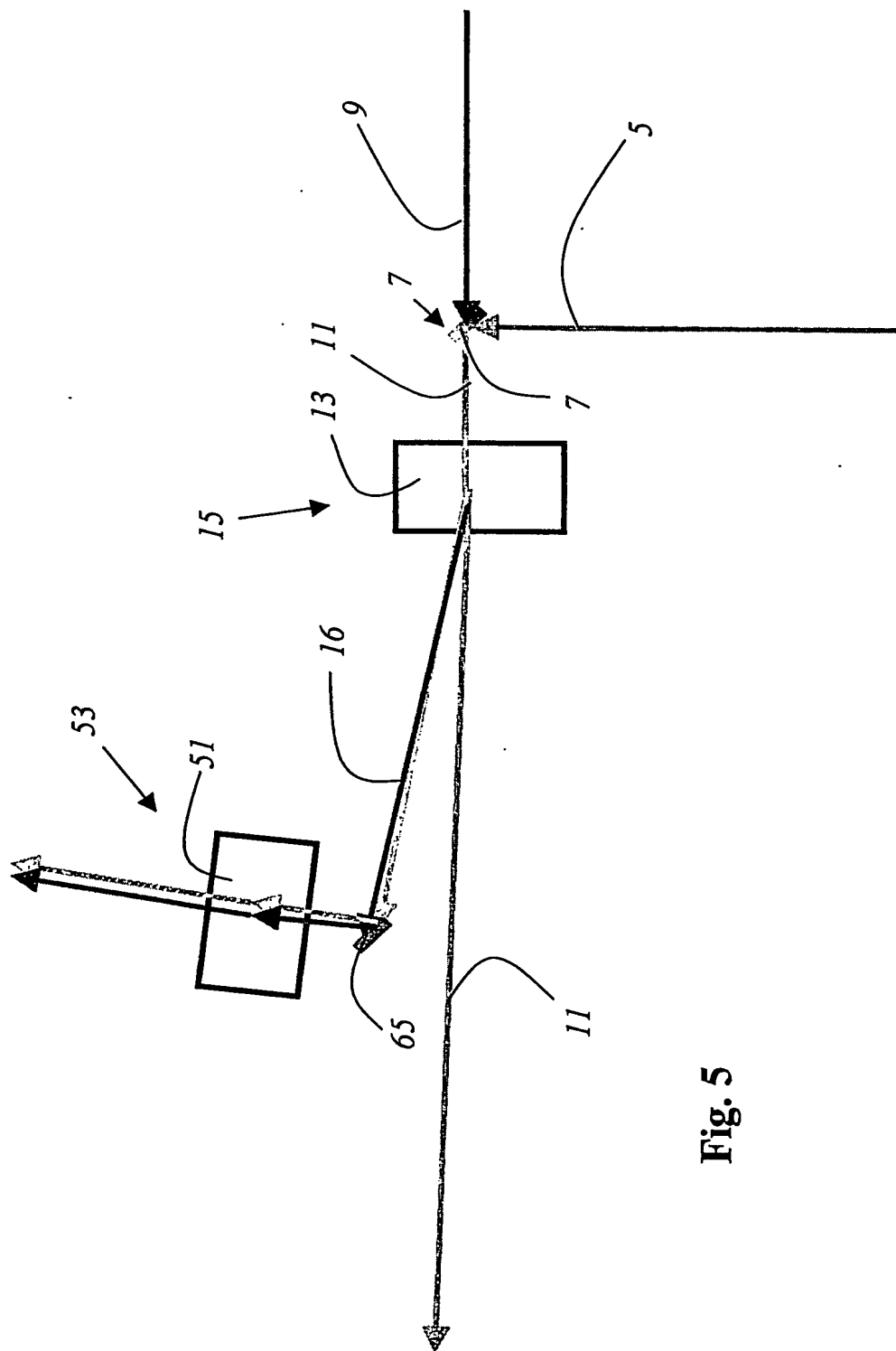


Fig. 5